

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**Iva Zirdum**

**ONEČIŠĆENJE ZRAKA U SLAVONSKOM BRODU I  
NJEGOVO DJELOVANJE NA ZDRAVLJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: Doc.dr.sc. Josip Žunić**

**Karlovac, 2015.**

# **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

## **ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

### **ZAVRŠNI ZADATAK**

Student: Iva Zirdum

Naslov teme: Onečišćenje zraka u Slavonskom Brodu i njegovo djelovanje na zdravlje

Opis zadatka: Tema i cilj ovoga rada je pobliže upoznavanje utjecaja štetnih tvari na ekosustav i život stanovnika Slavonskog Broda i prigradskih naselja. Rad je usmjeren ka rješavanju problematike vezane uz onečišćenje zraka i njegovom utjecaju na kvalitetu života i zdravlje stanovnika Slavonskog Broda. Problem sustavno kvari kvalitetu života, a glavni razlog tome je ispuštanje štetnih tvari iz rafinerije nafte u Bosanskom Brodu.

Zadatak zadan:

04/2015

Rok predaje rada:

09/2015

Predviđen datum obrane:

09/2015

Mentor:

Doc. dr. sc. Josip Žunić

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Mr. sc. Snježana Kirin

## **SAŽETAK**

Tema završnog rada je onečišćenje zraka u Slavonskom Brodu i njegovo djelovanje na zdravlje. Rad je usmjeren ka rješavanju problematike vezane uz onečišćenje zraka i njegovom utjecaju na kvalitetu života i zdravlje stanovnika Slavanskog Broda.

Na početku rada naglasak je na izvorima onečišćenja zraka te onečišćujućim tvarima koje se nalaze u zraku. Grafovima su prikazana mjerenja provedena na mjernoj postaji u Slavonskom Brodu za svaku od tih štetnih tvari.

U nastavku se ističe važnost štetnog utjecaja onečišćenog zraka na ljudsko zdravlje te koje su mjere potrebne za sprječavanje onečišćenja i kako stanovnici sami mogu doprinijeti smanjenju onečišćenja zraka.

## **SUMMARY**

The topic of this thesis is air pollution in Slavonski Brod and its effect on health. The thesis is focused on solving problems connected to the air pollution and its effect on the quality of life and health of the population in Slavonski Brod.

At the beginning of the thesis the emphasis is on the sources of the air pollution and pollutants which are in the air. The diagrams show measurements taken in the measuring station in Slavonski Brod for each of these harmful substances.

Later in the thesis the importance of the adverse effects of the polluted air on health is emphasized, as well as the measures needed to prevent air pollution and the ways how inhabitants can help reduce air pollution.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ONEČIŠĆENJE ZRAKA .....</b>	<b>2</b>
2.1. Izvori onečišćenja zraka .....	3
2.2. Izvori onečišćenja zraka u Slavonskom Brodu .....	4
<b>3. ONEČIŠĆIVAČI I MJERENJA PROVEDENA NA MJERNOJ POSTAJI U SLAVONSKOM BRODU .....</b>	<b>6</b>
3.1. Sumporov dioksid $\text{SO}_2$ .....	6
3.2. Lebdeće čestice $\text{PM}_{2,5}$ i $\text{PM}_{10}$ .....	8
3.3. Dušikov dioksid $\text{NO}_2$ .....	9
3.4. Ozon $\text{O}_3$ .....	10
3.5. Sumporovodik $\text{H}_2\text{S}$ .....	12
3.6. Benzen $\text{C}_6\text{H}_6$ .....	13
<b>4. UTJECAJ ONEČIŠĆENOG ZRAKA NA LJUDSKO ZDRAVLJE .....</b>	<b>15</b>
4.1. Utjecaj onečišćivača na kardiovaskularne bolesnike, osjetne organe i ponašanje .....	16
4.2. Istraživanja IARC-a .....	17
4.3. „Londonski smrtonosni smog“ .....	17
4.4. Zdravstveni pokazatelji u Brodsko-posavskoj županiji .....	18
<b>5. MJERE SPRJEČAVANJA ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA .....</b>	<b>23</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>25</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>26</b>

## POPIS PRILOGA

### Popis tablica:

<b>Tablica 1.</b> Doprinos pojedinih djelatnosti čovjeka onečišćenju zraka najvažnijim onečišćujućim tvarima (%).....	4
<b>Tablica 2.</b> Karakteristike djelovanja SO <sub>2</sub> na ljude s pripadajućom koncentracijom.....	7
<b>Tablica 3.</b> Utjecaj zagađenja zraka na odraslu populaciju i djecu.....	16
<b>Tablica 4.</b> DSSI <sub>(EU)</sub> ukupnog raka u razdoblju 2005.-2012. godine na 100 000 stanovnika.....	19
<b>Tablica 5.</b> DSSM <sub>(EU)</sub> ukupnog raka u razdoblju 2005.-2013. godine na 100 000 stanovnika.....	19
<b>Tablica 6.</b> DSSI <sub>(EU)</sub> raka traheje, bronha i pluća ukupno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu po godinama u razdoblju 2005.-2012. godine na 100 000 stanovnika .....	20
<b>Tablica 7.</b> DSSM <sub>(EU)</sub> raka traheje, bronha i pluća ukupno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu po godinama u razdoblju 2005.-2013. godine na 100 000 stanovnika.....	21

### Popis grafova:

<b>Graf 1.</b> Prikaz koncentracija SO <sub>2</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	7
<b>Graf 2.</b> Prikaz koncentracija lebdećih čestica PM <sub>2,5</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	9
<b>Graf 3.</b> Prikaz koncentracija NO <sub>2</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	10
<b>Graf 4.</b> Prikaz koncentracija O <sub>3</sub> u razdoblju od 2011.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	11
<b>Graf 5.</b> Prikaz koncentracija H <sub>2</sub> S u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	12
<b>Graf 6.</b> Prikaz koncentracija benzena C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> u razdoblju od 2011.-2014. godine u Slavonskom Brodu.....	13

# 1. UVOD

Tema i cilj ovoga rada je pobliže upoznavanje utjecaja štetnih tvari na ekosustav i život stanovnika Slavanskog Broda i prigradskih naselja. Rad je usmjeren ka rješavanju problematike vezane uz onečišćenje zraka i njegovom utjecaju na kvalitetu života i zdravlje stanovnika Slavanskog Broda. Problem sustavno kvari kvalitetu života, a glavni razlog tome je ispuštanje štetnih tvari iz rafinerije nafte u Bosanskom Brodu.

Zrak je jedan od osnovnih uvjeta za život, te bez njega nema života! Dakako, sama kvaliteta života ovisi o kvaliteti zraka, kao i o ostalim čimbenicima. Stoga, kvaliteta zraka ima značajnu ulogu za zdravlje ljudi i cjelokupan ekosustav. Zato je važno brinuti se za čist zrak jer on je zaslužan za postizanje visoke kvalitete života te za njeno održavanje.

Onečišćen zrak ima negativan utjecaj na okoliš, ali i na život i zdravlje ljudi te smanjuje kvalitetu života. Pokazalo se da onečišćen zrak ima znatan utjecaj na povećanje broja oboljelih od različitih bolesti dišnih puteva. Osim problema koji utječu na zdravlje, zagađeni zrak štetno djeluje na ekosustave i poljoprivredne kulture. Iz tog razloga važno je ulagati napore i predlagati mjere koje su usmjerene ka smanjenju emisija s ciljem zaštite okoliša i zdravlja ljudi. Problemi uzrokovani onečišćivačima, koji na globalnoj razini štete našem planetu, cjelokupnom ekosustavu i nama ljudima, moraju nam podići razinu svijesti. Veliku ulogu u problematici imaju organizacije na globalnoj, državnoj i lokalnoj razini koje preuzimaju inicijativu i educiraju stanovništvo. Podizanje kvalitete života utjecanjem na smanjenje emisija kojima se zagađuje zrak daje nam sigurnost. Dakako, svi smo prolaznici na ovome planetu i potrebno je gledati u budućnost, jer sami određujemo kvalitetu života sljedećim generacijama.

## 2. ONEČIŠĆENJE ZRAKA

„Onečišćenje zraka u svojoj definiciji obuhvaća prisutnost u zraku jedne ili više tvari kao što su aerosoli (prašine, dimovi, magle), plinovi i pare takvih značajki i u takvim koncentracijama da mogu biti štetni za život i zdravlje ljudi i/ili životinja odnosno da mogu negativno utjecati na biljni svijet, na osjećaj udobnosti čovjeka te da mogu oštetiti predmete koji mu služe.“[1]

Sukladno razvoju tehnologije tendencija rasta proizvodnje je neizbježna. Stoga elektrane, tvornice, motorna vozila i pogoni koji upotrebljavaju kemijske tvari doprinose ekološki neprihvatljivom trendu onečišćavanja zraka. Primjer na globalnoj razini je prijevoz sirovina na prekontinentalnim relacijama, gdje brodski prijevoz u izrazito velikom postotku znatno utječe na zagađenje okoliša, zraka i doprinosi globalnom zatopljenju. Međutim, sam prijevoz sirovina i gotovih proizvoda sastavni je dio proizvodnje (distribucija do krajnjih potrošača je neupitno nužna) ali je potrebno pronaći rješenje kroz alternative putove distribucije ili pronaći mjere koje bi uvelike spriječile tihu ekološku katastrofu.

Stanovnici različitih gradova sve su više zabrinuti za moguće posljedice takvog onečišćenja. Čovjek može imati posljedice neposredno udisanjem takvog zraka, što se smatra i najčešćim, odnosno svakodnevnim trovanjem organizma. Međutim, ne smiju se zanemariti onečišćenja koja utječu na biljni i životinjski svijet, jer se taj način ugrožava prirodni tijek prehranbenog lanca. Tijekom povoljnih meteoroloških uvjeta onečišćenje se udaljava od mjesta u kojima čovjek boravi, no uz nepovoljne meteorološke uvjete, slab vjetar, visoku vlažnost zraka, niske temperature, koji pogoduju pogoršanju kvalitete zraka, onečišćenje se može nagomilavati u donjim slojevima atmosfere, pa time štetno djelovati na ljude, životinje i biljke.

Onečišćen zrak štetno djeluje na biljke i to se može uočiti po popuštanju strukture lišća, dolazi do kloroze ili neke druge promjene boje i biljka usporeno raste. Za špinat, šećernu repu i rajčicu dokazano je da usporeno rastu tamo gdje je onečišćenje veliko. Kako su neke biljke posebno osjetljive na onečišćenje, danas u okolicama industrija, one služe kao indikatori razine onečišćenog zraka, pa se pomoću njih može pratiti intenzitet djelovanja i smjer raspršenja onečišćenja koja ispuštaju te industrije. Sumporov dioksid, fluoridi, ozon,

etilen, oksidi dušika, kiseline, halogeni elementi i neki metali su glavna onečišćenja koja imaju vrlo velik negativan utjecaj na biljke s posljedicama.

Životinje ugibaju i vrlo često obolijevaju u vrijeme kada su razine onečišćenja vrlo visoke. Dokazani su mnogi slučajevi kroničnih bolesti životinja zbog štetnog djelovanja onečišćujućih tvari iz zraka na njih. Na neke životinje onečišćenje djeluje tako što udišu onečišćen zrak i ispašom tamo gdje je veliko onečišćenje, a time dolaze i posljedice. Naprimjer smanjuje se proizvodnja mlijeka u krava ili jaja u kokoši.

## **2.1. Izvori onečišćenja zraka**

Izvori onečišćenja zraka uvelike se razlikuju po načinu nastajanja, stoga razlikujemo izvore onečišćenja koja su nastala prirodnim putem te onečišćenja nastala uslijed ljudske djelatnosti. Prirodni izvori onečišćenja nastaju uslijed vulkanskih erupcija, sagorijevanja šuma, pješčanih oluja ili razgradnje organskih tvari i oni sami po sebi nisu tako opasni poput onih koji nastaju kao posljedica čovjekova djelovanja, iz razloga što njihova koncentracija u zraku nije tako visoka i njihova prisutnost u zraku nije ograničena samo na gradska područja. Izvori onečišćenja nastala uslijed ljudske djelatnosti odnosno sagorijevanje, prometovanje, industrijski procesi te poljoprivredne djelatnosti znatno ozbiljnije utječu na kvalitetu zraka i života te uzrokuju daleko veće i ozbiljnije posljedice. Zaključak je da prirodni izvori imaju svoj tijek i sastavni su dio procesa odvijanja života na zemlji, dok svako zagađenje nastalo čovjekovom djelatnošću nosi daleko veće posljedice i odgovornost, jer je napravljeno svjesno.

Najrašireniji izvor onečišćenja je sagorijevanje koje obuhvaća industrijska i kućna ložišta. Oksidi sumpora nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva. Sumporni dioksid oksidacijom prelazi u sulfatnu kiselinu te uzrokuje kisele kiše koje štete drveću, tlu, rijekama, jezerima, ribama i drugim oblicima života u vodi. Smog je mješavina dima i sumporova dioksida u prisutnosti magle koji pogađa mnoge velike gradove i industrijska područja širom svijeta, a šteti ljudskom zdravlju, osobito biljkama. Prilikom sagorijevanja se stvaraju još mnoga onečišćenja kao što su aromatski policiklički ugljikovodici, dušikovi oksidi i drugi plinovi koji pospješuju nastajanje kiseline.



Prometna sredstva na tlu, u zraku ili na vodi danas znatno onečišćuju atmosferu velikim brojem štetnih tvari. Motori prometnih vozila su glavni krivci za zagađenje zraka ugljikovim monoksidom i dioksidom, ugljikovodicima, čađom i dimom. Samim nagomilavanjem ugljikovog dioksida u atmosferi dolazi do globalnog zagrijavanja. Promet je jedan od najvećih uzročnika zdravstvenih problema povezanih s toksičnim tvarima u zraku. Određenu pozornost treba posvetiti i poljoprivrednim djelatnostima koje uzrokuju emisije metana, ugljikovog dioksida, freona, sumpornih i dušikovih oksida, lebdećih čestica, a osobito amonijaka.

Tablica 1. Doprinos pojedinih djelatnosti čovjeka onečišćenju zraka najvažnijim onečišćujućim tvarima (%)

<b>Onečišćujuća tvar</b>	<b>Proizvodnja energije</b>	<b>Industrija i otpad</b>	<b>Cestovni promet</b>	<b>Kućanstva</b>	<b>Poljoprivreda</b>
sumporov dioksid	60,9	25,5	6,8	6,8	0
N-oksidi	19,8	13,0	63,5	3,4	0,3
hlapljivi nemetanski organski spojevi	0,4	34,3	41,2	6,6	17,5
amonijak	0,1	2,5	0,9	0	96,5
ugljikov dioksid	33,0	25,4	25,7	14,9	1,0
Ugljikov monoksid	0,8	17,6	70,9	9,9	0,8
metan	0,2	52,5	0,8	1,3	45,2

Izvor: Valić, Fedor i suradnici, Zdravstvena ekologija, Zagreb, 2001.

## 2.2. Izvori onečišćenja zraka u Slavonskom Brodu

Građani Slavonskog Broda već duže godina bore se s onečišćenim zrakom i neugodnim mirisima u svome gradu. Svi su zabrinuti zbog visokih koncentracija onečišćujućih tvari. Za razdoblje od 1. siječnja do 18. prosinca 2014. godine, zrak u Slavonskom Brodu je kategoriziran kao II. kategorije, što znači, onečišćen petu godinu za redom, s obzirom na ozon, sumporovodik i lebdeće čestice. Dok je zrak I. kategorije u odnosu

na sumporov dioksid, dušikov dioksid i benzen. Iz ovoga se može zaključiti da su građani iz godine u godinu izloženi štetnim emisijama koje dolaze, vjeruju, iz rafinerije. Smatra se da je Rafinerija nafte najveći dominantni izvor onečišćenja u gradu. Stoga, potrebno je što prije pronaći rješenje da se onečišćenje koje dolazi iz rafinerije svede na minimum te da građani napokon udišu čistiji zrak.

Međutim, ne smiju se zanemariti niti ostali dominantni izvori onečišćenja zraka, određeni u Slavonskom Brodu, a to su izvor sumpora, proizvodnja naftnih derivata uz korištenje teškog loživog ulja i emisiju hlapivih organskih spojeva, izgaranje drva i biomase, promet te industrija.

„Potencijalni izvori sumpora na području Slavonskog Broda mogu biti proizvodnja sumpora u pogonima rafinerije u Bosanskom Brodu, korištenje ugljena kao energenta u rafineriji ili u kućnim ložištima, te korištenje teškog loživog ulja s visokim udjelom sumpora. U slučaju da se takvo teško loživo ulje koristi i u kotlovnici Slavonija-1, kotlovnica bi također doprinosila onečišćenju sumporom. S obzirom na zastupljenost elemenata u pojedinom faktoru, težište onečišćenja bi trebalo tražiti u proizvodnji sumpora, te korištenju ugljena ili teškog loživog ulja s visokim udjelom sumpora kao energenta u rafineriji.

Osnovni izvor proizvodnje naftnih derivata uz korištenje teškog loživog ulja je rafinerija u Bosanskom Brodu. Osim proizvodnje naftnih derivata, navedenom onečišćenju doprinosi i sagorijevanje otpadnog ulja i neprerađenih naftnih derivata kroz baklju rafinerije, te potencijalna upotreba teškog gorivog ulja kao energenta. Rafinerija je dominantni izvor prekursora ozona, čime značajno pridonosi razinama ozona u zraku Slavonskog Broda.“[2]

Zrak se također onečišćuje metalima koji se javljaju u metalskoj i metaloprerađivačkoj industriji. Korištenjem drva u kućnim ložištima dolazimo do još jednoga izvora onečišćenja. Dakako na onečišćenje utječu i poljoprivredni radovi kao naprimjer paljenje korova i ostale biomase. Izvori onečišćenja zraka prometom su prometnice s velikim brojem motornih vozila koje okružuju centar grada Slavonskog Broda, a u nedalekoj blizini nalazi se i autocesta. Iz navedenog možemo zaključiti da imamo nekoliko potencijalnih izvora onečišćenja, međutim moraju se izdvojiti oni izvori koji najviše doprinose kontaminaciji zraka i čije su supstance najopasnije, dakle one koje ugrožavaju život i zdravlje stanovnika Slavonskog Broda.

### **3. ONEČIŠĆIVAČI I MJERENJA PROVEDENA NA MJERNOJ POSTAJI U SLAVONSKOM BRODU**

Mjerenje onečišćujućih tvari kao što su sumporov dioksid  $\text{SO}_2$ , sumporovodik  $\text{H}_2\text{S}$ , oksidi dušika  $\text{NO}$  i  $\text{NO}_2$ , lebdeće čestice  $\text{PM}_{2,5}$  i benzen  $\text{C}_6\text{H}_6$  odvija se na mjernoj postaji u Slavonskom Brodu. Mjerna postaja započela je s radom 5. veljače 2010. Godine. Mjerna postaja se nalazi 1200 m od centra Slavanskog Broda, oko 3400 m od Rafinerije nafte Bosanski Brod, 1300 m od tvornice Đuro Đaković te 200 m od veće prometnice. Na mjernoj postaji mjeri se kvaliteta zraka u Slavonskom Brodu, odnosno koncentracije onečišćujućih tvari koje se nalaze u zraku, temperatura, vlaga, oborine, brzina i smjer vjetra. Uzorci se uzimaju na visini od 3 m svakih 10 minuta, a svi se tako dobiveni podaci dostavljaju Agenciji za zaštitu okoliša te Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Od 1. kolovoza 2014. godine počela je s redovnim radom nova mjerna postaja za praćenje kvalitete zraka u Slavonskom Brodu. Podaci s nove mjerne postaje, kao i s mjerne postaje Slavonski Brod-1, dostupni su na web stranicama Agencije za zaštitu okoliša. Učinjena je retrospektivna analiza prospektivne baze podataka koncentracija sumporovog dioksida, lebdećih čestica, dušikovog dioksida, ozona, sumporovodika i benzena od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu.

#### **3.1. Sumporov dioksid $\text{SO}_2$**

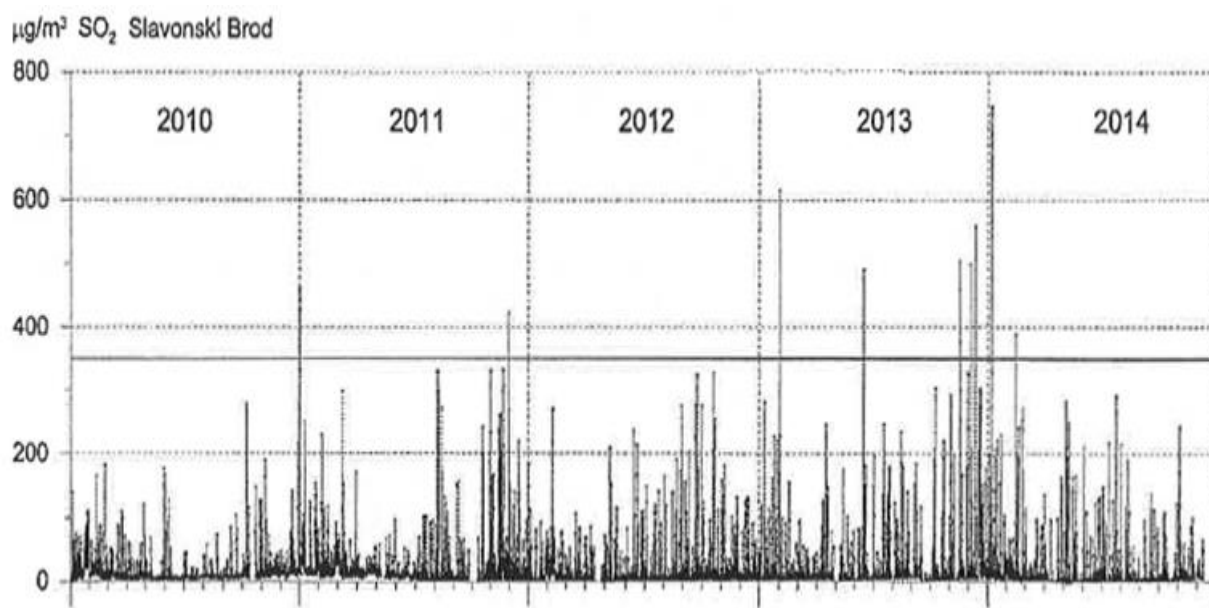
Sumporov dioksid je nadražujući, otrovan plin, karakterističnog mirisa. Lako se osjeti po mirisu pri koncentraciji od  $3 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ , nos i grlo nadražuje od 6 do  $12 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ , dok koncentracija od  $20 \text{ cm}^3/\text{m}^3$  iritira oči. Nastaje izgaranjem fosilnih goriva, ugljena i nafte koja sadrže sumpor te u ispušnim plinovima vozila koja koriste gorivo onečišćeno sumporom. Ljudi koji su najčešće izloženi sumporovom dioksidu su radnici u postrojenjima gdje sumporov dioksid nastaje kao nusprodukt, kao što je industrija gdje dolazi do procesa taljenja bakra. Ostale izloženosti su u proizvodnji papira i umjetnih gnojiva. Sumporov dioksid napada bronhije i dišne organe. Može izazivati kašalj, nadutost pluća i glasnica te paralizirati dišni sustav. Pri normalnom disanju, veća količina uglavnom se zadržava u nosu i u grlu, dok manja količina dospije u pluća. U slučaju udisanja visoke koncentracije sumporovog dioksida može doći do sakupljanja tekućine u plućima, smanjenja kisika u krvi i smrti za nekoliko minuta.

Tablica 2. Karakteristike djelovanja SO<sub>2</sub> na ljude s pripadajućom koncentracijom

Koncentracija u %	Koncentracija u ppm	Karakteristika djelovanja
0,0005	5	Duže djelovanje još nije opasno
0,0005 do 0,002	5-20	Kod dugotrajnog udisanja dolazi do nadražaja
0,002 do 0,01	20-100	Kod udisanja do 1 sata neposredne opasnosti još nema
0,01 do 0,05	100-500	Kratkotrajno djelovanje već je opasno po život

Izvor: <http://energonova-zagreb.eu/sumporni-dioksid>

Graf 1. Prikaz koncentracija SO<sub>2</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu



Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

U odnosu na ranija razdoblja mjerenja, kvaliteta zraka u Slavonskom Brodu s obzirom na sumporov dioksid u 2014. godini nije značajno promjenjena. Najniže vrijednosti izmjerene

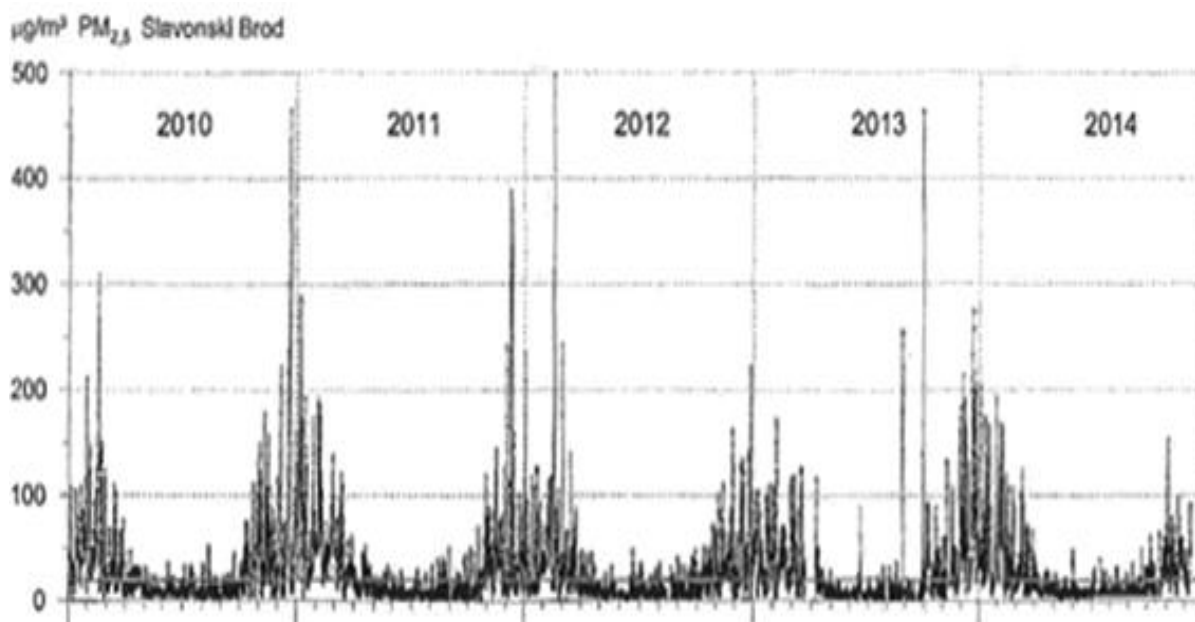
su u 2010.godini. U razdoblju od 2012. do 2014. godine može se uočiti porast povišenih vrijednosti koncentracija, ali i u toplom dijelu godine. U razdoblju proljetnih mjeseci, tijekom ožujka i travnja, zbog izraženijeg i jačeg strujanja zraka zabilježene su najniže vrijednosti.

Kroz 2014. godinu koncentracije sumporovog dioksida povremeno su prelazile granično propisane satne vrijednosti od  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nije zabilježeno trajanje visokih koncentracija od 3 sata i više. Rijetko su se javljale visoke koncentracije i to i u zimskom i u ljetnom periodu. Visoka koncentraciju sumporovog dioksida većinom je povezana s emisijama Rafinerije nafte u Bosanskom Brodu. U odnosu na granično propisane vrijednosti, onečišćenje zraka sumporovim dioksidom unutar je propisanih granica. Zrak u Slavonskom Brodu s obzirom na sumporov dioksid je I. kategorije, što znači da je čist ili neznatno onečišćen.

### **3.2. Lebdeće čestice PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>**

Lebdeće čestice su kompleksna smjesa čestica vode i kemijskih spojeva. Mogu biti dugoljastog, nitastog, sfernog i nepravilnog oblika. Onečišćenje zraka lebdećim česticama Svjetska zdravstvena organizacija smatra najznačajnijim problemom u većini zemalja. One na sebe mogu vezati vrlo opasne tvari kao što su policiklički aromatski ugljikovodici koji se smatraju vrlo toksičnim kancerogenim spojevima. Čestice promjera manjeg od  $2.5 \mu\text{m}$  označene su PM<sub>2,5</sub> i nazivaju se „fine“ čestice, a možemo ih naći u dimu i magli. Ove čestice mogu biti emitirane iz izvora kao što su šumski požari, termoelektrane, industrijski procesi i ostali procesi sagorijevanja. Lebdeće čestice uzrokuju čitav niz akutnih i kroničnih bolesti i zahvaćaju velik broj ljudi. Opasne su jer udisanjem mogu dospjeti i do najmanjih alveola u plućima i sa sobom unose brojne opasne tvari. „Grubim“ česticama nazivaju se čestice veće od  $2.5 \mu\text{m}$  i manje od  $10 \mu\text{m}$ , a uglavnom se nalaze u blizini prometnica i industrije. Agencija za zaštitu okoliša, EPA, u SAD-u, je zabrinuta za čestice promjera 10 mikrometara i manje, jer su to čestice koje prolaze kroz grlo i nos, a mogu doći i do pluća. Ove čestice mogu utjecati na rast i razvoj i uzrokovati oštećenje imunološkog sustava, moždani udar, oštećenje na bebama dok su još u majčinoj utrobi, bolesti organa za disanje, bolesti srca i rak pluća te preranu smrt. Zagađenje lebdećim česticama također može dovesti do pogoršavanja postojećih bolesti kao što su astma i kronični bronhitis. Prirodni izvori lebdećih čestica jesu šumski požari i vulkanske erupcije, dok izvori povezani s ljudskom djelatnošću su izgaranja fosilnih goriva, automobili, industrija, elektrane.

Graf 2. Prikaz koncentracija lebdećih čestica PM<sub>2,5</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu



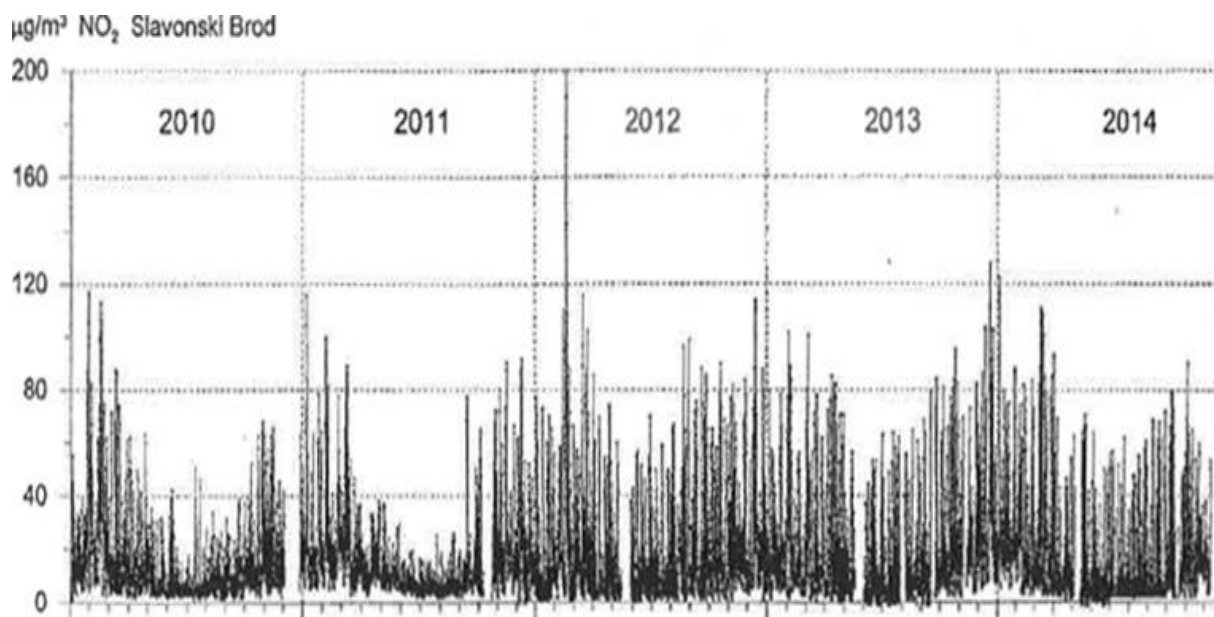
Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

Kvaliteta zraka, s obzirom na lebdeće čestice, u 2014. godini uglavnom je podjednaka prethodnim razdobljima. Granične vrijednosti prekoračene su tijekom svih pet godina, pa je i time zrak bio II. kategorije kakvoće s obzirom na koncentracije PM<sub>2,5</sub>. Visoke koncentracije lebdećih čestica su uglavnom tijekom zime zbog velikih emisija iz kućnih ložišta, rafinerije nafte, industrije i naravno zbog niskih temperatura i velike vlažnosti zraka.

### 3.3. Dušikov dioksid NO<sub>2</sub>

Dušikov dioksid je plin jakog, oštrog mirisa crvenosmeđe boje. U zrak dolazi putem ispušnih plinova motornih vozila, spaljivanjem ugljena, nafte ili prirodnog plina ili tijekom procesa zavarivanja. Niske razine u zraku mogu iritirati oči, nos, grlo i pluća, te izazivati kašalj i mučninu. Izloženost niskim razinama može dovesti do nakupljanja tekućine u plućima. Osoba izložena jako visokim koncentracijama dušikovog dioksida, nakon 8 sati počinje teško disati, osjeća mučninu, ritam srca se ubrzava i ono se grči. Smrt nastupa nakon od 8 do 48 sati nakon udisanja smrtonosne doze.

Graf 3. Prikaz koncentracija NO<sub>2</sub> u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu



Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

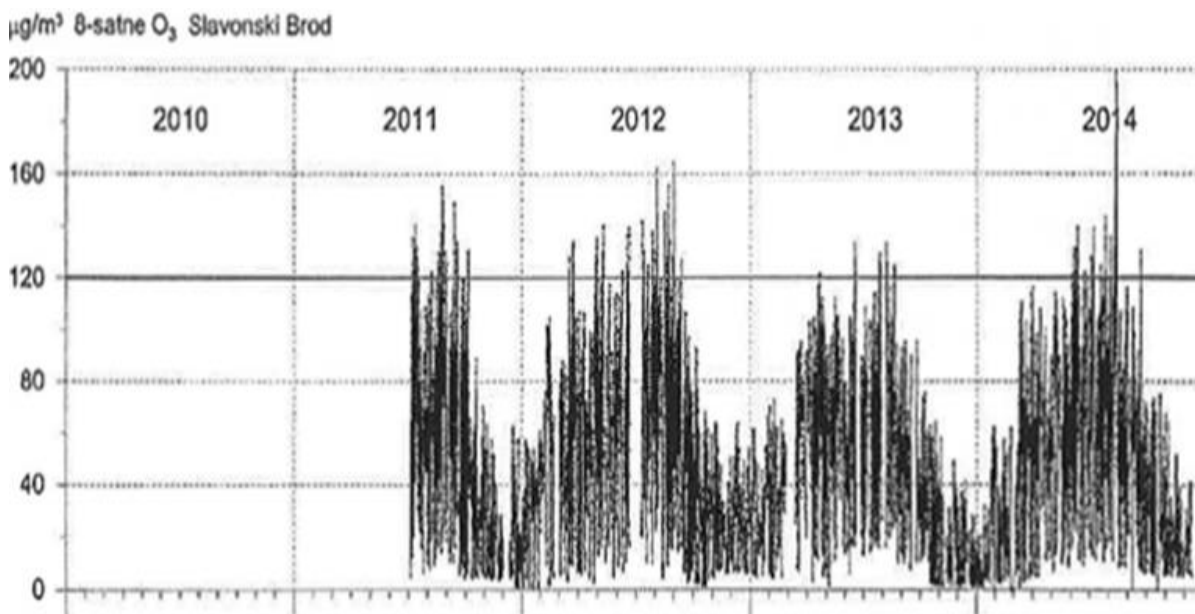
Kvaliteta zraka u 2014. godini nije uvelike promjenjena u odnosu na razdoblje od 2010. do 2013. godine. U ovome razdoblju nije bilo prekoračenja zakonom propisanih vrijednosti. Zrak u Slavonskom Brodu, tijekom svih pet godina, s obzirom na dušikov dioksid je I. kategorije, što znači da je čist ili neznatno onečišćen.

### 3.4. Ozon O<sub>3</sub>

Ozon je nestabilna molekula koja se sastoji od 3 atoma kisika. Nalazi se u gornjoj Zemljinoj atmosferi, odnosno 15-50 km od površine Zemlje, gdje štiti planet od ultraljubičastog zračenja sunca. Umjetno proizvedene kemikalije zvane klorofluorouglicji (CFC) oštetili su ozonski omotač, a svako njegovo oštećenje omogućuje da štetno ultraljubičasto zračenje dopire do Zemljine površine. CFC-i se upotrebljavaju u limenkama spreja, plastičnim ambalažama, hladnjacima, rashladnim sustavima te kao tekućine za čišćenje. Tijekom uporabe tih strojeva, odnosno materijala, dolazi do ispuštanja plina CFC-a u zrak, gdje se zadržava i do 400 godina. U donjim slojevima atmosfere ozon nije poželjan jer se tu nalazi kao zagađivač i sastavni je dio gradskog smoga. Oštećuje površinsko tkivo biljaka

i životinja te šteti i ljudskom zdravlju. Ozon je vrlo otrovan, iritantan plin koji može uzrokovati upalu dišnih puteva, nadražiti očnu sluznicu, nos i grlo.

Graf 4. Prikaz koncentracija  $O_3$  u razdoblju od 2011.-2014. godine u Slavonskom Brodu



Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

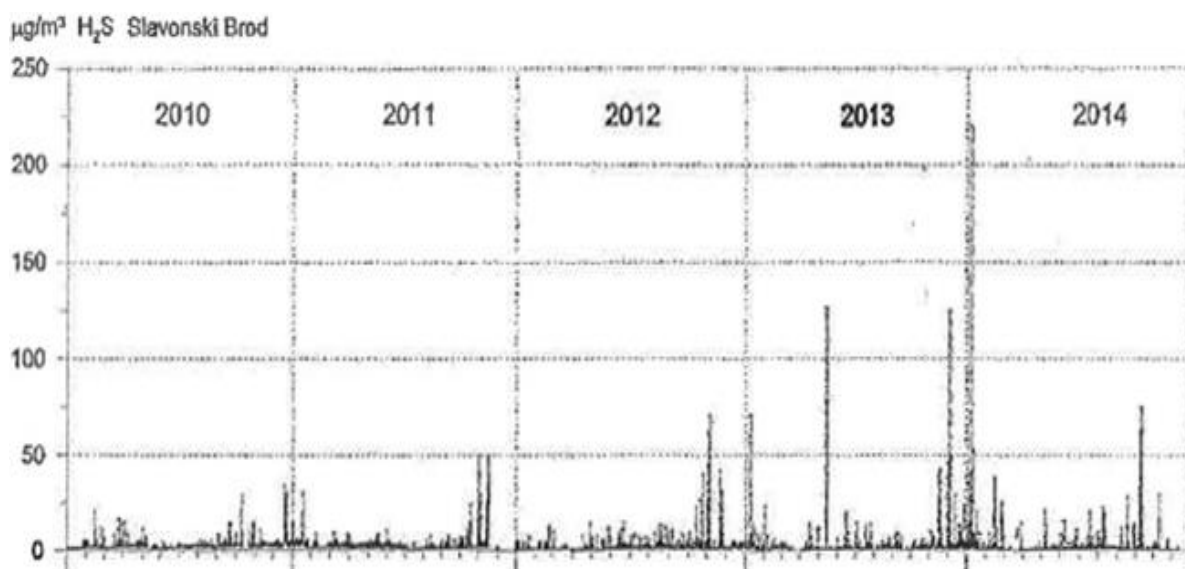
Kvaliteta zraka, s obzirom na ozon, u 2014. godini uglavnom je podjednaka prethodnim razdobljima. Razina ozona u Slavonskom Brodu je povišena i prekoračuje propisane ciljne vrijednosti. Najčešće do prekoračenja dolazi tijekom ljeta jer je sunčevo zračenje puno jače u odnosu na druga godišnja doba. Kada su koncentracije ozona povišene bitno je da se ne izlaže sunčevom zračenju od 11-17 sati. „Emisije prekursora ozona (dušikovih oksida i hlapivih organskih spojeva) iz rafinerije nafte ne utječu na pojavu visokih koncentracija ozona. U određenim uvjetima mogu podupirati stvaranje ozona, ali u većini slučajeva zbog povišenih koncentracija oksidiranih dušikovih spojeva dolazi do kemijske titracije i smanjivanja koncentracija ozona na lokalnoj skali. Mjere za smanjivanje koncentracija ozona moguće je provesti samo u okviru šire međunarodne aktivnosti na razini cijeloga europskog kontinenta, a i šire, s obzirom da koncentracije ozona ovise i o komponenti međukontinentalnog prijenosa njegovih prekursora (SAD-Europa-Azija).“[2] Zrak u Slavonskom Brodu s obzirom na ozon je II. kategorije, što znači onečišćen zrak.



### 3.5. Sumporovodik H<sub>2</sub>S

Sumporovodik je bezbojni plin s jakim mirisom pokvarenih jaja. Može se detektirati pri koncentracijama nižim od 0,005 ppm. Nusprodukt je mnogih industrijskih procesa, uključujući preradu nafte, rudarstvo, asfaltiranje pločnika, preradu šećerne repe i slično. Sumporovodik je vrlo otrovan, zapaljiv i teži od zraka te tako istiskuje zrak iz zatvorenog prostora. U visokim koncentracijama od 600-800 ppm, samo nekoliko udisaja može dovesti do trenutnog gubitka svijesti, kome, paralize dišnih puteva i smrti. Izlaganjem niskim koncentracijama dolazi do iritacije očiju i suhog grla, a pojavljuje se i kašalj. Ukoliko se dugoročno izlaže niskim koncentracijama dolazi do glavobolja, gubitka apetita, umora i sličnih simptoma.

Graf 5. Prikaz koncentracija H<sub>2</sub>S u razdoblju od 2010.-2014. godine u Slavonskom Brodu



Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

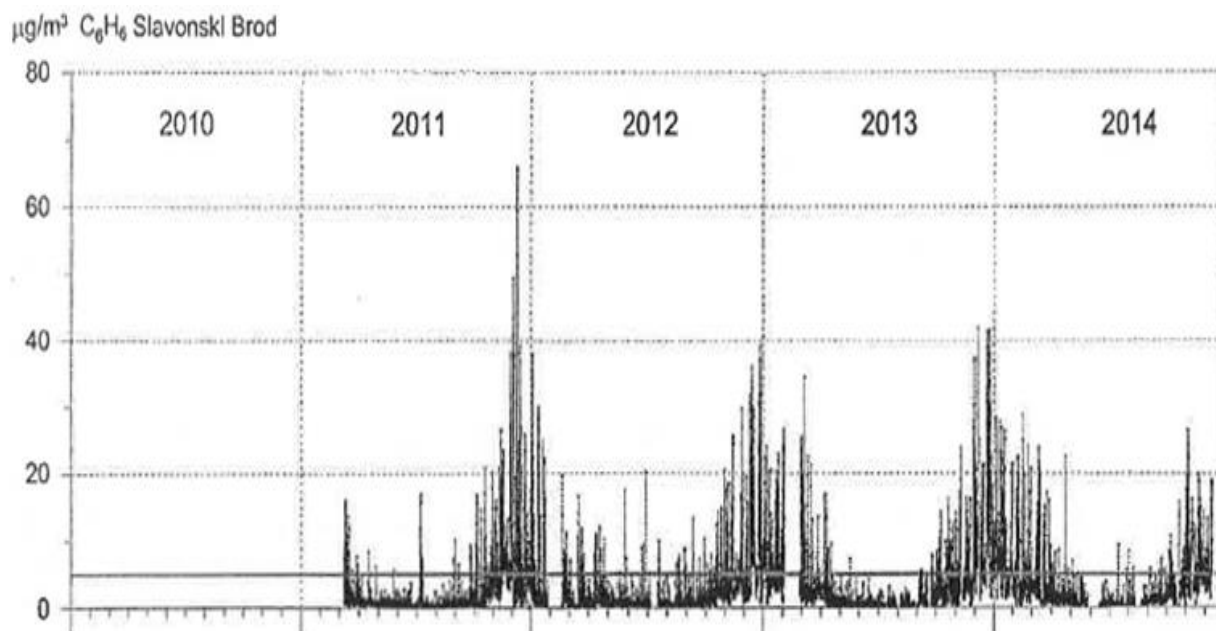
Srednju dnevnu vrijednost sumporovodika od 5 µg/m<sup>3</sup> dozvoljeno je prekoračiti 7 puta godišnje. U 2014. godini srednja dnevna vrijednost prekoračena je više od dozvoljenog, 8 puta. U zimskom periodu, uslijed neovoljnih meteoroloških uvjeta, dolazi do čestih situacija kada se više dana za redom gradom šire i zadržavaju neugodni mirisi, koji utječu na kvalitetu života svih građana. Satna vrijednost sumporovodika od 7 µg/m<sup>3</sup> smije se prekoračiti 24 puta godišnje. Tijekom 2014. godine izmjerena su 152 prekoračenja satnih vrijednosti. Najveći izvor povišenim emisijama sumporovodika je Rafinerija nafte. Visoke koncentracije traju do

3 sata, a zatim dolazi do pada koncentracija. Zrak u Slavonskom Brodu s obzirom na sumporovodik II. kategorije, što znači onečišćen zrak.

### 3.6. Benzen $C_6H_6$

Benzen je najjednostavniji aromatski ugljikovodik. Koristi se da bi se proizvele neke vrste gume, boje, deterdženta, lijekova i pesticida. Prirodni izvori benzena uključuju emisije iz vulkana i šumskih požara. Benzen je sastavni dio sirove nafte i dima cigareta. Glavni izvori benzena u okolišu su industrijski procesi. Slabo je topiv u vodi i može proći kroz tlo do podzemnih voda. Kratko izlaganje visokim koncentracijama benzena u zraku može dovesti do pospanosti, vrtoglavice, glavobolje, ubrzanog rada srca, pada imuniteta, a izlaganje vrlo visokim koncentracijam može dovesti i do smrti. Dugotrajnim izlaganjem pare benzena mogu uzrokovati oštećenja koštane srži, anemiju i leukemiju. Agencija za zaštitu okoliša, EPA, u SAD-u, utvrdila je da je benzen kancerogen za ljude.

Graf 6. Prikaz koncentracija benzena  $C_6H_6$  u razdoblju od 2011.-2014. godine u Slavonskom Brodu



Izvor: Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, 2015.

Kvaliteta zraka, s obzirom na benzen, u 2014. godini uglavnom je podjednaka prethodnim razdobljima. Praćenje koncentracija benzena u zraku na području grada Slavonskog Broda je započelo u ožujku 2011. Na grafu se može vidjeti da su povišene koncentracije benzena uglavnom u zimskom preiodu i uvelike ovise o emisijama iz rafinerije. Srednja godišnja vrijednost se kreće od 2.3-3.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  što je ispod granične vrijednosti koja iznosi 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , stoga je zrak u Slavonskom Brodu, s obzirom na benzen, u I. kategoriji kvalitete zraka. Kao što je slučaj s dušikovim dioksidom, sve češće dolazi do povećanja koncentracija benzena što se može pripisati emisijama koje dolaze iz Rafinerije nafte u Bosanskom Brodu.

## 4. UTJECAJ ONEČIŠĆENOG ZRAKA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

„Utjecaji onečišćenja zraka na zdravlje mogu se sažeti u dvije glavne skupine: 1. akutni učinci koji se naglo razvijaju kada se koncentracije onečišćenja znatno povećavaju zbog nepovoljnih meteoroloških uvjeta ili kao posljedica industrijskih incidenata i 2. kronični učinci nastanak kojih je posljedica svakodnevne izloženosti malim koncentracijama kombinacija atmosferskih onečišćenja.“[1]

Ljudski život i zdravlje ugroženi su zbog djelovanja glavnih atmosferskih onečišćenja kao što su sumporov dioksid, ozon, ugljikov monoksid i mnoge skupine specifičnih onečišćenja, nastalih zbog emisije, naprimjer arsena, sumporovodika, olova i kadmija iz različitih rafinerija i kemijskih industrija. Veza između onečišćenja zraka i smrtnosti je utvrđena tijekom epizoda naglog povišenja razine kompleksa sumporovog dioksida u vremenu nepovoljnih meteoroloških uvjeta koje je trajalo nekoliko dana. U tom periodu ljudi su obolijevali i umirali u većem broju. Kućna ložišta i industrije ispuštale su onečišćujuće tvari koje su se zadržavale i nagomilavale. Oštećeni su bili ljudi svih dobi i oba spola, a vrlo osjetljiva su bila djeca te stariji ljudi.

Stanovništvo koje je posebno osjetljivo na kratkotrajno povećanje razine onečišćujućih tvari u zraku nazivamo astmatičkim bolesnicima. Za vrijeme epizoda povišenih razina sumporovog dioksida i fotokemijskih oksidansa dolazi do porasta astmatičkih napadaja. Dakako, pokazalo se da dušikov dioksid može povišiti bronhalnu reaktivnost u astmatičkih bolesnika.

Istraživanja pokazuju povezanost između kroničnih respiratornih simptoma i razine kompleksa sumporovog dioksida u atmosferi. Studijama se pokušava utvrditi da oksidi dušika i drugi oksidansi, posebice ozon, uvelike pridonose povećanju kroničnih respiratornih bolesti. Stoga je teško već navedeni učinak raščlaniti od učinka uzrokovanih drugim štetnim čimbenicima, kao primjerice pušenjem. Atmosferska onečišćenja mogu prouzročiti pogoršanje postojećih kroničnih bolesti dišnog sustava.

„Epidemiološka su istraživanja pokazala smanjenje ventilacijske funkcije pluća u zdrave djece uz povišene razine onečišćujućih tvari u zraku.“[1] Stoga rezultati istraživanja

pokazuju kako ventilacijska funkcija pluća u djece u područjima s povišenom razinom onečišćivača je niža nego u djece odgovarajućih dobi u područjima s nižim razinama istih onečišćivača.

Tablica 3. Utjecaj zagađenja zraka na odraslu populaciju i djecu

<b>SIMPTOM BOLESTI VEZAN UZ ZAGAĐENJE ZRAKA</b>	<b>UDIO BOLESNIKA VEZAN UZ ZAGAĐENJE ZRAKA</b>	<b>GODIŠNJI BROJ SLUČAJEVA</b>
Kašalj i iritacija očne sluznice (djeca)	0,4 – 0,6 %	2,6 – 4 miliona
Bolesti donjih respiratornih puteva (djeca)	7 – 10 %	4 – 6 miliona
Bolest donjih respiratornih puteva (djeca)- potrebno liječenje	0,2 – 0,4 %	90 – 200 tisuća
Smanjenje plućne funkcije za više od 5%	19 %	14 miliona
Incidencija kronične obstruktivne plućne bolesti (KOPB)	3 – 7 %	18 – 42 tisuće
Hospitalizacija zbog plućne bolesti	0,2 – 0,4 %	4 – 8 tisuća

Izvor: <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>

#### **4.1. Utjecaj onečišćivača na kardiovaskularne bolesnike, osjetne organe i ponašanje**

Kao glavna onečišćujuća tvar u zraku može se navesti ugljikov monoksid. Ugljikovom monoksidu se pripisuje štetno djelovanje na ljude koji boluju od bolesti srca i krvnih žila. Stoga valja naglasiti da je opažen veći mortalitet među bolesnicima hospitaliziranim zbog infarkta miokarda. Srčane bolesnike je potrebno štititi od štetnog utjecaja ugljikovog monoksida nižim graničnim vrijednostima od onih kojima se štiti opća populacija.

Najčešći razlozi koji pridonose prigovorima stanovnika su neugodni mirisi te iritacije očiju, nosa i grla. Za vrijeme velike fizičke aktivnosti, ozon iritira gornje dišne puteve. Ugljikov monoksid može promijeniti reakcije ponašanja, naprimjer zapaženi su slabiji rezultati testova budnosti.

## **4.2. Istraživanja IARC-a**

Znanstvena istraživanja pokazala su povezanost vanjskog onečišćenja zraka s rakom pluća i drugim bolestima kao što su bolesti srca i bolesti dišnih puteva. Rizik od raka pluća je 50% veći kod ljudi koji su izloženi visokim razinama onečišćenja, nego kod onih koji su izloženi najnižim razinama.. Svatko je zapravo izložen onečišćenju zraka na bilo kojoj razini, tako da kod svih postoji rizik, ali izloženost velikim razinama onečišćenja znači puno veći rizik. Povećani rizik također imaju stanovnici koji žive u onečišćenim područjima ili u neposrednoj blizini izvora zagađenja, kao i prometni policajci, vozači ili prodavači u blizini prometnica koji su zbog posla izloženi većim razinama. Specijalizirana agencija za rak, Svjetska zdravstvena organizacija i Međunarodna agencija za istraživanje raka IARC su potvrdile da izloženost onečišćenom zraku uzrokuje rak pluća. Istraživanje IARC-a pokazuje da je rizik od raka pluća veći ako su ljudi često izloženi lebdećim česticama i onečišćenom zraku. Iako sastav zraka može varirati od mjesta do mjesta, zaključci se odnose na sve regije svijeta.

Već je poznato da onečišćenje zraka povećava rizik za široki raspon bolesti. Studije pokazuju da je u posljednjih nekoliko godina u nekim dijelovima svijeta izloženost onečišćenom zraku sve veća, posebice u zemljama industrijalizacije s velikom populacijom. Podaci ukazuju na to da je u 2010. godini, 223 000 smrtnih slučajeva od raka pluća, u svijetu, posljedica onečišćenog zraka.

## **4.3. „Londonski smrtonosni smog“**

1952. godine London je pogodila katastrofa koja je usmrtila više od 4000 stanovnika. Smog se spustio na grad, a s obzirom da je hladni zrak dolazio sa zapada, smog je u gradu

ostao zarobljen četiri dana. U tom periodu zbog hladnog vremena, stanovnici su pojačali grijanje svojih domova, te su time pridonijeli težini smoga zbog velike količine dima iz dimnjaka. Stanje se dodatno pogoršavalo zbog ispušnih plinova velikog broja automobila. Vidljivost je bila slaba pa je došlo i do sudara. Zbog gustoće smoga stanovnicima je disanje bilo vrlo toksično i gotovo nemoguće. Mnogi su imali napadaje povraćanja koji bi završavali smrću. Nakon toga poduzete su drastične mjere. Doneseni su novi zakoni kako bi se smanjila količina ispušnih plinova, sumpor se strogo ograničavao u gorivu te su se kontrolirala ložišta.

#### **4.4. Zdravstveni pokazatelji u Brodsko-posavskoj županiji**

Hrvatski zavod za javno zdravstvo započeo je u suradnji sa županijskim zavodom 2005. godine projekt praćenja zdravstvenih podataka. Podaci o stopi smrtnosti od raka u Slavonskom Brodu lošiji su od državnog prosjeka. U istraživanju su uspoređivane stope pojave i smrtnosti kod onih stanja koja mogu biti povezana s onečišćenjem zraka.

U Studiji procjene mogućeg utjecaja ekoloških čimbenika na zdravstveno stanje stanovništva Brodsko-posavske županije, koju je izradio Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije, prikazane su tablice dobno standardizirane stope incidencije i mortaliteta (DSSI i DSSM) karcinoma traheje, bronha i pluća, ukupnog broja karcinoma, leukemije te kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava u Slavonskom Brodu, Brodsko-posavskoj županiji i Hrvatskoj u razdoblju od 2005. do 2013. godine. Incidencija je najpouzadniji pokazatelj pojavnosti raka jer ne ovisi o različitoj duljini vremena bolesnikova preživljavanja.

Pri interpretaciji rezultata, navode u studiji, trebaju se uzeti u obzir okolišni, gospodarski, specifični povijesni, odnosno socijalno demografski čimbenici, pušenje te ostali čimbenici. Poznato je da rat ima učinak na zdravlje ljudi. Rat se dogodio na ovome području ne tako davno. Tijekom rata i nakon njega je došlo do mnogih migracija stanovništva. Stanovnici su uz svoje osobine donijeli i nove, drugačije prehrambene navike koje imaju bitan utjecaj na zdravstveno stanje. Ne smije se zanemariti pušenje koje je najvažniji rizični čimbenik za rak pluća i bronha. Od 4000 supstancija koje se nalaze u dimu cigarete, 40 ih je kancerogeno i imaju vrlo štetan utjecaj kako na dišni sustav tako i na ostale organe. Izloženost

različitim polutantima kao što su nikal, olovo i kadmij također može uzrokovati rak pluća i bronha.

Tablica 4. DSSI<sub>(EU)</sub> ukupnog raka u razdoblju 2005.-2012. godine na 100 000 stanovnika

GODINA	HRVATSKA	BP ŽUPANIJA	SLAV. BROD
2005.	376,5	428,7	529,9
2006.	<b>373,2</b>	432,3	514,5
2007.	384,7	420,7	537,6
2008.	382,4	<b>471,5</b>	<b>567,7</b>
2009.	399,5	430,8	504,6
2010.	<b>439,8</b>	461,9	507,2
2011.	434,5	444,3	555,6
2012.	381,4	<b>415,8</b>	<b>462,2</b>

Izvor: <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>

Dobno standardizirana stopa incidencije (DSSI<sub>(EU)</sub>), standardizirana na novu europsku populaciju od ukupnog raka bila je najviša 2008. godine u Slavonskom Brodu, zatim u Brodsko-posavskoj županiji također 2008. godine, a u Hrvatskoj 2010. godine. U promatranima razdobljima nije uočen trend porasta odnosno smanjenja vrijednosti stopa.

Tablica 5. DSSM<sub>(EU)</sub> ukupnog raka u razdoblju 2005.-2013. godine na 100 000 stanovnika

GODINA	HRVATSKA	BP ŽUPANIJA	SLAV. BROD
2005.	262,7	285,1	290,0
2006.	262,8	<b>274,1</b>	319,6
2007.	268,2	277,5	276,7
2008.	276,6	299,6	293,3
2009.	284,4	276,6	281,7
2010.	289,9	330,5	<b>395,7</b>
2011.	295,6	308,6	355,5
2012.	<b>299,5</b>	326,3	362,3
2013.	<b>247,2</b>	<b>332,3</b>	<b>245,6</b>

Izvor: <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>



Dobno standardizirana stopa mortaliteta ( $DSSM_{(EU)}$ ), standardizirana na novu europsku populaciju od ukupnog raka u razdoblju od 2005. do 2013. godine bila je najviša 2010. godine u Slavonskom Brodu, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 2013. godine, a 2012. godine najviša je bila u Hrvatskoj. U promatranima razdobljima nije uočen trend porasta odnosno smanjenja vrijednosti stopa.

Tablica 6.  $DSSI_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća ukupno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu po godinama u razdoblju 2005.-2012. godine na 100 000 stanovnika

<b>GODINA</b>	<b>HRVATSKA</b>	<b>BP ŽUPANIJA</b>	<b>SLAV. BROD</b>
2005.	58,8	<b>54,7</b>	<b>47,5</b>
2006.	56,6	66,2	62,0
2007.	56,3	61,0	59,6
2008.	51,6	62,4	71,3
2009.	59,9	65,7	71,9
2010.	56,7	71,3	76,4
2011.	<b>60,4</b>	63,7	<b>86,5</b>
2012.	<b>48,9</b>	<b>73,8</b>	54,2

Izvor: <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>

Dobno standardizirana stopa incidencije  $DSSI_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća za oba spola ukupno u razdoblju od 2005. do 2012. bilježi najviše vrijednosti za Slavonski Brod u 2011. godini, za Brodsko-posavsku županiju u 2012. godini, a za Hrvatsku u 2011. godini. Najniže vrijednosti  $DSSI_{(EU)}$  raka traheje bronha i pluća u oba spola ukupno zabilježene su u Slavonskom Brodu 2005. godine, u Hrvatskoj 2012. godine, a u Brodsko-posavskoj županiji 2005. godine.

Stopa incidencije ( $DSSI_{(EU)}$ ) raka traheje, bronha i pluća u Brodsko-posavskoj županiji 2005. godine je iznosila 54,7 na 100000 stanovnika, dok je u 2012. godini iznosila 73,8 na 100000 stanovnika. Kada se analiziraju te vrijednosti stopa incidencije  $DSSI_{(EU)}$  ukupno po spolu za Brodsko-posavsku županiju, može se zaključiti da je u tome razdoblju prisutan jasan trend povećanja vrijednosti stopa.

Tablica 7. DSSM<sub>(EU)</sub> raka traheje, bronha i pluća ukupno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu po godinama u razdoblju 2005.-2013. godine na 100 000 stanovnika

GODINA	HRVATSKA	BP ŽUPANIJA	SLAV. BROD
2005.	52,3	<b>52,5</b>	62,7
2006.	54,0	58,9	65,6
2007.	55,3	57,5	<b>48,6</b>
2008.	55,9	57,1	59,8
2009.	56,9	60,9	53,1
2010.	56,7	64,2	<b>87,1</b>
2011.	<b>58,9</b>	60,3	75,7
2012.	58,3	<b>75,0</b>	63,6
2013.	<b>50,2</b>	59,8	50,1

Izvor: <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>

Dobno standardizirana stopa mortaliteta DSSM<sub>(EU)</sub> raka traheje, bronha i pluća u oba spola ukupno u razdoblju od 2005. do 2013. bilježi najviše vrijednosti u 2010. godini za Slavonski Brod, za Brodsko-posavsku županiju 2012. godini, a za Hrvatsku u 2011. godini. Najniže vrijednosti DSSM<sub>(EU)</sub> raka traheje bronha i pluća u oba spola ukupno zabilježene su u Slavonskom Brodu 2007. godine, zatim u Hrvatskoj 2013. godine, a u Brodsko-posavskoj županiji 2005. godini.

Kada se analiziraju vrijednosti stopa mortaliteta (DSSM<sub>(EU)</sub>) raka traheje, bronha i pluća ukupno po spolu u Slavonskom Brodu, Brodsko-posavskoj županiji i Hrvatskoj, može se zaključiti da nije prisutan jasan trend porasta odnosno smanjenja vrijednosti stopa.

Onečišćenje zraka pripada rizičnim čimbenicima za razvoj raka bronha i pluća, ali treba naglasiti da je na globalnoj razini ukupno 90-95% smrtnosti od raka pluća i bronha povezano s pušenjem.

U Studiji procjene mogućeg utjecaja ekoloških čimbenika na zdravstveno stanje stanovništva Brodsko-posavske županije napominju da je „važno pri interpretaciji izračuna dobno standardiziranih stopa uzeti u obzir činjenicu da grad Slavonski Brod bilježi manji broj

od 100 000 stanovnika i stoga svaki dodatni slučaj bolesti značajno mijenja stopu incidencije ili smrtnosti, rezultat čega može biti pogrešno tumačenje povećanja odnosno smanjenja pojave nekog oboljenja u populaciji.“[3]

S obzirom na podatke dobivene iz rutinske zdravstvene statistike nije moguće dokazati uzročno-posljedičnu vezu, zagađenje zraka i razvoj bolesti kod ljudi, odnosno povezivati djelovanje rafinerije nafte, koja je započela svoj rad u 2008. godini, na zdravlje građana grada Slavonskog Broda. Ako se želi znati utječe li neki određeni čimbenik na razvoj bolesti kod ljudi, u određenom području, potrebna su znanstvena istraživanja, a za njih su potrebni i timovi stručnjaka kao i financijska sredstva.

Rizični čimbenici s obzirom na ukupnu smrtnost stanovnika u Republici Hrvatskoj se raspodjeljuju po sljedećem:

- hipertenzija 26%
- pušenje 21%
- povišen kolesterol 18%
- povišen indeks tjelesne mase 12%
- tjelesna neaktivnost 7%
- niski unos voća i povrća hranom 5%
- alkohol 4%
- zagađenje zraka u okolišu 0,6%
- neodgovorno spolno ponašanje 0,6%
- profesionalna izloženost karcinogenima 0,4%

Ukupni mortalitet u Republici Hrvatskoj povezan je s onečišćenjem zraka u okolišu s udjelom od 0,6%, te time pripada među deset vodećih rizičnih čimbenika povezanih s ukupnim mortalitetom.

## 5. MJERE SPRJEČAVANJA ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA

Postoji 5 mjera kojima bi se onečišćenje zraka moglo reducirati:

1. Ocjenjivati štetne učinke onečišćenja na materijale, vegetaciju, životinje i ljude, odnosno prikupiti što više podataka o štetnim učincima te ih detaljno razmatrati i obraditi.
2. Donositi zakone o tome kolike koncentracije štetnih učinaka su dozvoljene, odnosno kolike razine treba spriječiti, kako se zrak ne bi prekomjerno zagađivao. Što znači, odrediti granične vrijednosti emisija, granične vrijednosti onečišćujućih tvari, odrediti gornje granice sadržaja sumpora i hlapivih komponenata u gorivima ili zabraniti uporabu olova za povišenje oktanske vrijednosti goriva, preporučiti uporabu plinovitih goriva, odrediti najmanje dopuštene udaljenosti između izvora emisije i naseljenih područja te industrijske objekte graditi u određenim zonama.
3. Na mjernim postajama, čija bi lokacija trebala biti strateški odabrana, mjeriti koncentracije onečišćujućih tvari te dobivene rezultate uspoređivati s graničnim vrijednostima propisanim zakonom.
4. Na izvorima onečišćenja zraka smanjivati štetne emisije pomoću raznih metoda kao što su filtriranje, ispiranje, taloženje, komponenata industrijskih otpadnih plinova, prilagodba ložišta, promjene na motorima s unutrašnjim sagorijevanjem te raditi na otkrivanju novih i još uspješnijih metoda.
5. Kako bi se zaštitilo zdravlje stanovnika moraju se primjenjivati „stupnjevi alarmnih stanja“, koji se proglašavaju na određenom području kad koncentracije onečišćujućih tvari prelaze visoke vrijednosti tijekom jednog dana ili potraju nekoliko dana. Time se stanovnike upozorava da drže zatvorene prozore i da što manje vremena provode na otvorenom prostoru, posebice djeca i osobe s kroničnim dišnim smetnjama. Stroži oblik je kada se zabrani automobilski promet i dozvoljava uporaba samo određenih vrsta goriva, a u vrlo kritičnim situacijama ograničava se rad industrije ili prometa na određenom području.

Osim gore navedenih mjera, stanovništvo može samo doprinjeti smanjenu onečišćenja. Što manje upotrebljavati automobile jer su upravo oni odgovorni za oko polovicu onečišćenja zraka u svijetu. Prihvatljivije opcije su vožnja biciklom ili šetnje. Ukoliko su automobili neophodni za određene životne potrebe, primjerice odlazak na posao, najbolja opcija su modeli automobila kojima su smanjene štetne emisije i time ne ugrožavaju okolinu. Noviji modeli automobila značajno manje onečišćuju okolinu za razliku od starijih. Zatim smanjenu

onečišćenja zraka također može doprinjeti i štednja energije, primjerice isključivati svjetlo kada se neki prostor napušta i kupovati aparate koji štede energiju. Također se preporučuje ograničavati proizvode za kućanstvo koji sadrže štetne kemikalije kao naprimjer razna sredstva za čišćenje, boje i ljepila.

Otpad značajno utječe na razine koncentracije onečišćujućih tvari u zraku. Stoga, stanovnici mogu doprinjeti smanjenju onečišćenja zraka ovim izvorim tako da izbjegavaju stvaranje otpada, da upotrebljavaju biorazgradive materijale i proizvode i podrže ekološki svjesne proizvođače te da odvojeno sakupljaju otpad i odlažu ga na prikladna mjesta za recikliranje. „Recikliranje je izdvajanje materijala iz otpada i njegovo ponovno korištenje. Recikliranje uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari i materijala, a najvažnije je najprije odvojiti otpad prema vrstama otpadaka jer se mnogi otpadne materije (proizvodi i/ili sirovine) mogu ponovno iskoristiti ako su odvojeno sakupljeni.“[4] Recikliranje štiti okoliš, ali i ljudsko zdravlje tako što smanjuje potrebu korištenja novih sirovina i materijala te svih proizvodnih procesa koji uzrokuju onečišćenje okoline.

## 6. ZAKLJUČAK

*„Da bismo pluća sačuvali od loših posljedica, potrebno je, prije svega, da udišemo čist zrak, jer je on temelj za zdravlje i život ljudi.“*

Podaci mjerenja iz 2014. godine s mjerne postaje u Slavonskom Brodu, koji su navedeni u radu, pokazuju da je zrak u Slavonskom Brodu onečišćen. Dok su vrijednosti za sumporov dioksid i dušične okside bile u granicama propisanih ograničenja, one vrijednosti koje se odnose na ozon, benzen, sumporovodik i lebdeće čestice pokazale su velika odstupanja od propisanih. To zvuči zabrinjavajuće jer za neke od ovih onečišćivača je dokazano da su kancerogeni.

Prema rezultatima mjerenja, u Europi i svijetu, vidljivo je da lokalni izvori poput kućnih ložišta i prometa mogu značajno doprinjeti onečišćenju nekog područja. Stoga se ne može tvrditi da je samo rafinerija nafte u Bosanskom Brodu odgovorna za visoke koncentracije onečišćujućih tvari, ali njezina blizina zasigurno utječe na kvalitetu zraka u Slavonskom Brodu i taj se utjecaj ne smije zanemariti. Rafinerija je najavila modernizaciju, koja bi doprinijela smanjenu onečišćenja zraka i time građanima omogućila kvalitetniji i zdraviji život.

Kako navodi Državni hidrometeorološki zavod: „Jedan od načina za sustavno praćenje stanja, razumijevanje i tumačenje rezultata mjerenja kao i iznalaženje mogućnosti rješavanja problema je izrada atmosferskog modela visoke rezolucije za razmatrano područje, izrada kemijskog modela prijenosa, disperzije i taloženja polutanata, te izrada detaljnog inventara emisije.“ Kada bi se taj sustav primjenio, moglo bi se utvrditi koliki je utjecaj emisija iz različitih izvora.

## 7. LITERATURA

- [1] Valić, Fedor i suradnici (2001.): Zdravstvena ekologija, Zagreb, ISBN 9531761388
- [2] Upravni odjel za komunalno gospodarstvo i zaštitu okoliša (veljača, 2015.): Izvješće o stanju kvalitete zraka na području Brodsko-posavske županije u 2014. godini, Slavonski Brod, <http://www.bpz.hr/Data/Files/11sjzs/5.pdf>
- [3] Studija procjene mogućeg utjecaja ekoloških čimbenika na zdravstveno stanje stanovništva Brodsko-posavske županije, Slavonski Brod, 2015., <http://www.zzjzbpz.hr/images/stories/studije/STUDIJA-PROCJENE-2015.pdf>
- [4] Anonymous (2014.): Odpad, <http://recikliraj.hr/recikliranje/otpad-2/>
- [5] Državni hidrometeorološki zavod (ožujak, 2012.): Godišnje izvješće o kvaliteti zraka u Slavonskom Brodu za 2011. godinu, [http://vrijeme.hr/kz/modeliranje/kvaliteta\\_zraka2011sb.pdf](http://vrijeme.hr/kz/modeliranje/kvaliteta_zraka2011sb.pdf)
- [6] Litvinoff, Miles ( Zagreb 2001.): Atlas of Earthcare (London 1996.), Atlas zaštite okoliša, ISBN 9536178761, urednik hrv.izdanja Franković, Matija
- [7] Udovičić, Božo (2009.): Čovjek i okoliš, Zagreb, ISBN: 9789536970896
- [8] Stričević, Dubravka, Sever, Blanka (2005.): Temelji organske kemije, Zagreb, ISBN: 9789531202053
- [9] Springer, Oscar P., Springer, Daniel (2008.): Otrovani modrozeleni planet, ISBN: 9789532390926
- [10] Meštrov, Milan (2009.): Ekologija, Zagreb, ISBN: 9789530212152
- [11] Litvan, Kristina (07.03.2015.): Nešto je opasno u zraku, <http://vita.com.hr/zdravlje/istrazivanja/item/691-nešto-je-opasno-u-zraku.html>

- [12] Stokinger HE, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, Vol 2., <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~FTLX08:1>
- [13] Toxic Substances Portal - Nitrogen Oxides, travanj 2002., <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/TF.asp?id=396&tid=69>
- [14] Toxic Substances Portal – Hydrogen Sulfide/ Carbonyl Sulfide, <http://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=385&tid=67>
- [15] Anonymous, Sumporni dioksid, <http://energonova-zagreb.eu/sumporni-dioksid>
- [16] Anonymous, Particulate Matter (PM), [www.epa.gov/pm/](http://www.epa.gov/pm/)
- [17] Peter Tot-Đerđ, Održan 2. sastanak Povjerenstva – Hoće li Rafinerija nafte Brod smanjiti svoja onečišćenja?, 24.12.2014., <http://www.sbperiskop.net/kolumne/ptderd/odrzan-2-sastanak-povjerenstva-hoce-li-rafinerija-nafte-brod-smanjiti-svoja-oneciscenja>
- [18] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007, Toxicological profile for Benzene, <http://www.atsdr.cdc.gov/PHS/PHS.asp?id=37&tid=14>
- [19] IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths, 17.10.2013., [http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf)
- [20] Anonymous, How to prevent air pollution?, <http://www.howtoprevent.com/enviroment/how-to-prevent-air-pollution/>